

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

**Absolvování individuální odborné
praxe**
**Individual professional practice in
the company**

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Zadání bakalářské práce

Student:

Ondřej Urbančík

Studijní program:

B2649 Elektrotechnika

Studijní obor:

3907R001 Elektroenergetika

Téma:

Absolvování individuální odborné praxe
Individual Professional Practice in the Company

Jazyk vypracování:

čeština

Zásady pro vypracování:

1. Student vykoná individuální praxi ve firmě: ČEZ Distribuční služby, s.r.o.
2. Struktura závěrečné zprávy:
 - a. Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonal odbornou praxi a popis pracovního zařazení studenta
 - b. Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením jejich časové náročnosti
 - c. Zvolený postup řešení zadaných úkolů
 - d. Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe
 - e. Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe
 - f. Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení

Seznam doporučené odborné literatury:


Podle pokynů konzultanta, který vedl odbornou praxi studenta.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

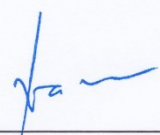
Vedoucí bakalářské práce: **doc. Dr. Ing. Zdeněk Medvec**

Datum zadání: 01.09.2017

Datum odevzdání: 30.04.2018


prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry




prof. Ing. Pavel Brandštetter, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

Ostrava, 30.04.2018

Podpis: Ondřej Prohánka

Poděkování

Moje poděkování patří panu doc. Dr. Ing. Zdeňku Medvecovi za odborné vedení mé bakalářské práce, a to především za cenné rady a vstřícný přístup, se kterým ke mně přistupoval po celou dobu naší spolupráce.

Chtěl bych rovněž poděkovat Ing. Pavlu Zagorskému a Ing. Aleši Hlaváčovi za odborný dohled a poskytnutí důležitých informací, které přispěly k realizaci mé práce.

Abstrakt

Tato bakalářská práce obsahuje souhrn činností prováděných ve společnosti ČEZ Distribuce, s.r.o. po dobu padesáti dní v období říjen 2017 až květen 2018 v rámci absolvování individuální odborné praxe. Cílem mé bakalářské práce je popsat prostřednictvím pozorování pracovní postupy a činnosti, jež jsou součástí provozu distribuční soustavy. Praxe byla vykonávána ve dvou oblastech, a to Stanice se sídlem v Lískovci a Sítě Ostrava. V každé oblasti jsem strávil pětadvacet dní.

Práce poskytuje přehled aktivit, kterým jsem byl přítomen, může tedy posloužit jako materiál pro odbornou veřejnost, přičemž mně osobně tato práce přináší prohloubení praktických poznatků v daném odvětví.

Klíčová slova

Řád preventivní údržby, zajišťování, měření, sítě, stanice, diagnostika, individuální odborná praxe

Abstract

This bachelor thesis contains a summary of activities performed at company ČEZ Distribuce, s.r.o. for a period of 50 days between October 2017 and May 2018 as part of an individual practise. The aim of my bachelor thesis is to describe, through observation, the working procedures and activities that are part of the distribution system operation. The practice was carried out in two areas, the Stanice with its headquarters in Lískovce and the Sítě Ostrava. I spent twenty-five days in each area.

The work provides an overview of the activities I have attended and can therefore serve as material for the professional public. Performing this work has enabled me to improve my practical knowledge of the industry.

Key words

System of preventive maintenance, provision, measurement, network, substation, diagnostics, individual professional practice

Obsah

Úvod.....	10
1. O společnosti.....	11
2. Stanice Lískovec	12
2.1. Zajištění pracoviště	12
2.2. Řád preventivní údržby vypínače.....	13
2.3. Řád preventivní údržby odpojovače.....	14
2.4. Řád preventivní údržby transformátoru napětí.....	15
2.5. Porucha vypínače	16
2.6. Odkalování potrubí.....	16
2.7. Řád preventivní údržby střídače.....	17
2.8. Prohlídka nové rozvodny Fifejdy.....	17
2.9. Řád preventivní údržby pole rozvaděče	18
2.10. Únik oleje vypínače.....	18
2.11. Zprovoznění větrání na rozvodně Ostrava Fifejdy	18
2.12. Řád preventivní údržby ovládající skříně.....	19
2.13. Řád preventivní údržby odpojovače.....	19
2.14. Funkční zkoušky transformátoru vlastní spotřeby	20
2.15. Napěťová zkouška kabelu	21
2.16. Použité měřicí přístroje	21
2.17. Řád preventivní údržby staničních baterií.....	22
3. Elektrické sítě.....	23
3.1. Měření transformátorového oleje.....	23
3.2. Revize pracovních a ochranných pomůcek	25
3.3. Řád preventivní údržby kabelu	26
3.4. Výběr kabelu ze svazku.....	27
3.5. Trasování kabelů	27
3.6. Řád preventivní údržby vypínače.....	27
3.7. Termovizní kamera	28
3.8. Kalibrační laboratoř.....	30
3.9. Měření kvality dodávky elektrické energie.....	30
3.10. Univerzální monitor MEg40	32
3.11. Prohlídka vedení vvn.....	32
3.12. Vytyčování kabelového vedení	33
3.13. Řád preventivní údržby trafostanice.....	34
3.14. Měření impedanční smyčky vedení.....	34
4. Závěr	35
4.1. Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe	35
4.2. Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe:	35
4.3. Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení	36
Seznam použité literatury:.....	37
Seznam použitých webových stránek:	37

Seznam příloh.....	38
Příloha 1	39
Příloha 2.....	40
Příloha 3.....	41
Příloha 4.....	42

Seznam použitých symbolů a zkratek:

I	proud [A]
U	napětí [V]
Z	impedance [Ω]
nn	nízké napětí
vn	vysoké napětí
vnn	velmi vysoké napětí
ŘPU	řád preventivní údržby
BOZP	bezpečnost a ochrana zdraví při práci
DC	stejnoseměrný proud
AC	střídavý proud
SF ₆	fluorid sírový
ΔU	úbytek napětí
R _p	přechodový odpor
L1	první fázový vodič
L2	druhý fázový vodič
L3	třetí fázový vodič
bar	jednotka tlaku
MPa	megapascal
kV	kilovolt
V	volt
mV	milivolt
mm	milimetr
g	gram
Ah	ampérhodina
l	litr
°C	stupeň celsia
Nm	newton meter
pC	picocoulomb
t	tuna
G Ω	gigaohm
Ω	ohm
$\mu\Omega$	mikroohm
Hz	hertz
μs	mikrosekunda

Seznam ilustrací

Obrázek 1- Logo ČEZ distribuce a.s.	11
Obrázek 2- Vypínač HL 6-9.....	14
Obrázek 3-Linka 656.....	15
Obrázek 4- Schéma transformátoru TJP6	15
Obrázek 5- Vypínač AEG S1-123 F3	16
Obrázek 6- Odpojovač VN od firmy ABB.....	17
Obrázek 7- Logický automat LOGO!	19
Obrázek 8- Odpojovač Krompachy OM-30	20
Obrázek 9- Kabel vnn	21
Obrázek 10- B2 Hight-voltage B80	22
Obrázek 11- Metrohm Titrando 851	24
Obrázek 12- BRAU Oil Tester DTA.....	24
Obrázek 13- Měření svodového proudu.....	26
Obrázek 14- Vypínač VF 25.12.25	28
Obrázek 15- Termovizní kamera FLIR P660.....	29
Obrázek 16- Zničená izolace vodiče	29
Obrázek 17- Snímek zaznamenaný termokamerou.....	30
Obrázek 18- Měření kvality PQ monitorem.....	31
Obrázek 19- Poškozený izolátor	33

Seznam tabulek

Tabulka 1- Naměřené hodnoty	13
Tabulka 2- Naměřené hodnoty odpojovače vn.....	20
Tabulka 3- Naměřené hodnoty momentového klíče Tona Expert.....	26
Tabulka 4- Naměřené hodnoty napětí v jednotlivých fázích.....	32
Tabulka 5- Naměřená hodnota dlouhodobého flickeru na jednotlivých fázích.....	32
Tabulka 6- Naměřená hodnota harmonického napětí na jednotlivých fázích	32
Tabulka 7- Napěťová nesymetrie	32

Úvod

Elektrická energie a celosvětový objem její distribuce může být v současné době neodbornou veřejností vnímán jen povrchem. Hlavním důvodem je pravděpodobně skutečnost, že se s elektrickou energií setkáváme v každodenním životě a fenomén celosvětové elektrifikace, jenž byl aktuálním v první polovině minulého století, se stal běžnou součástí našich životů. Považuji za nutné si uvědomit, jak razantní vliv má elektrická energie a procesy s ní spojené na současnou populaci. Elektřina naše životy bezesporu zdokonaluje a usnadňuje, současně však díky ní zpohodlňujeme a máme nastavená vysoká očekávání a požadavky na její kvalitu. Nebyl-li by brán dostatečný zřetel na předepsané standardy a postupy zajišťující kvalitu jednotlivých elektrických zařízení, došlo by patrně k výraznému ohrožení bezpečnosti jako takové. Elektrická energie lidstvo provází na každém kroku, proto je nutné udržovat její složky v perfektním stavu. [6]

Tématem mé bakalářské práce je Absolvování individuální odborné praxe. Cílem je pak popsat prostřednictvím pozorování pracovní postupy a činnosti, jež jsou součástí provozu distribuční soustavy. Bakalářská práce je praktického charakteru, jelikož se domnívám, že zvolená individuální odborná praxe mé znalosti prohloubí a poskytne mi vhled do provozu distribuční soustavy. Práci bych chtěl poskytnout přehled aktivit, které jsou běžnou pracovní náplní zaměstnanců firmy ČEZ Distribuce, a.s. Značná pozornost bude věnována již zmíněné bezpečnosti, jež provází veškeré činnosti spojené s provozem distribuční soustavy.

Práce bude rozdělena do dvou stěžejních kapitol, dle dvou oddělení, které jsem měl možnost v rámci praxe navštívit za dohledu přidělených mentorů. První kapitola se zabývá Stanicemi Lískovec, zatímco druhá kapitola je zaměřena na Sítě Ostrava. Popis jednotlivých činností, které jsem měl možnost pozorovat, je doplněn i o fotodokumentaci. Bakalářská práce poté může posloužit jako materiál pro odbornou veřejnost. Mně osobně poté zde zdokumentované skutečnosti a absolvování individuální odborné praxe může přinést prohloubení praktických poznatků v daném odvětví a snadnější nástup na trh práce.

1. O společnosti

ČEZ distribuce, a.s. patří mezi největší distributory elektřiny v České Republice. Akciová společnost jako taková vznikla v roce 2010. V současné době působí na území krajů Plzeňského, Karlovarského, Ústeckého, Středočeského, Libereckého, Královéhradeckého, Pardubického, Moravskoslezského a částečně v kraji Zlínském a Vysočina. V oblastech, kde společnost ČEZ distribuce, a.s. působí, vykonává funkci správce distribuční soustavy. Společnost splňuje podmínky stanovené zákonem č. 458/2000 Sb., O podmínkách podnikání a výkonu státní správy v energetických odvětvích a některých zákonů (energetický zákon), který stanovuje podmínky k podnikání a výkon státní správy v energetických odvětvích. ČEZ distribuce, a.s. se primárně zaměřuje na distribuční soustavy v místě působnosti Skupiny ČEZ.

Společnost ČEZ distribuce, a.s. jsem si pro výkon praxe a téma bakalářské práce vybral z důvodu vysoké kvality služeb, kterou nabízejí svým zákazníkům, a široké škály činností, jimž jsem měl možnost přihlížet. Má praxe započala ve společnosti nesoucí název ČEZ distribuční služby a.s., dne 01. 01. 2018 došlo k fúzi ČEZ distribuce, a.s. a ČEZ distribuční služby a.s. V současné době hovoříme o společnosti nesoucí název ČEZ distribuce, a.s. Část mé individuální odborné praxe jsem vykonal v oddělení Stanice Lískovec a druhou část v oddělení Sítě Ostrava. Na oddělení Stanic jsem měl možnost pozorovat a částečně asistovat při následujících činnostech, a to konkrétně při řádu preventivní údržby vypínače, řádu preventivní údržby odpojovače, řádu preventivní údržby transformátoru napětí a dalších. Na oddělení Sítě Ostrava jsem byl přiřazen k oddělení diagnostiky a oddělení poruch. V rámci praxe na oddělení Sítě Ostrava jsem byl rovněž přítomen mnoha činnostem, nejvíce mě však zaujalo oddělení diagnostiky, kde jsem měl možnost pracovat s termovizní kamerou. Považuji ji za přístroj, který je značně efektivní, protože lze díky němu velmi snadno a bezpečně dohledat poruchu. [17]



Obrázek 1- Logo ČEZ distribuce a.s.

2. Stanice Lískovec

První semestr jsem strávil na oddělení Stanic, která má sídlo na rozvodně Ostrava Kunčice. První den mě proškolil pan Ing. Pavel Zagorský podle vyhlášky č. 50/1978 Sb. Vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu o odborné způsobilosti v elektrotechnice. Poté mě provedl po rozvodně a seznámil s kolektivem. Obdržel jsem bezpečnostní pomůcky, konkrétně pak ochranou přilbu a reflexní vestu. Každé ráno jsem byl technikem přidělen ke skupině a před vstupem do rozvodny mne vedoucí práce poučil o bezpečnosti na rozvodně. Jelikož jsem nevěděl, co dané činnosti obnášejí, vždy jsem byl přítomen u vypisování příkazu B, tím jsem byl seznámen s bezpečností na pracovišti. Příkaz B je písemný doklad o souboru techniko-organizačních opatření pro zajištění BOZP na elektrických zařízeních nebo v jejich blízkosti. [1] [2]

V rámci mé individuální odborné praxe na výše zmíněném oddělení elektrických stanic jsem měl možnost se seznámit s různorodými činnostmi, kterými se budu zabývat v následujícím textu. Ve většině případů se jednalo o řád preventivní údržby, měl jsem však možnost být přítomen při řešení poruchy na vypínači velmi vysokého napětí (dále jen vvn). Mnoha pracím předcházelo zajištění pracoviště, kterým se rozumí příprava pracoviště tak, aby bylo pro danou činnost zcela bezpečné. Měl jsem rovněž příležitost zúčastnit se prohlídky nové rozvodny, kde jsem se seznámil se zcela odlišnou technologií kryté rozvodny.

2.1. Zajištění pracoviště

Tato činnost se provádí z důvodu bezpečné práce na pracovišti bez napětí. Zaručí se tím beznapěťový stav po celou dobu práce na daném zařízení, které vyžaduje přesné vymezení pracoviště. Zajišťování pracoviště se provádělo na kryté rozvodně v areálu Vítkovic 110 kV /22 kV. Zajišťování bylo nutné provést pro práci s řídicí skříní. Zajišťování pracoviště se řídí normou PNE 33 0000-6 Obsluha a práce na elektrických zařízeních pro výrobu, přenos a distribuci elektrické energie- třetí vydání Z1. [3]

Proces zajištění pracoviště si dovolím rozdělit do několika stěžejních a po sobě jdoucích kroků, které jsem v rámci absolvování individuální odborné praxe měl možnost vypořádat. V prvé řadě je nutné, aby se vedoucí zajištění seznámil s prací a jejími detaily tak, aby zadané činnosti zcela porozuměl. Následně byl v rámci zajištění pracoviště telefonicky kontaktován přidělený dispečer, který dálkově vypnul vvn linku AEA04. Dispečer vyjmul linku AEA04 z dispečerského řízení a předal ji vedoucímu zajišťování. Pomocí zkoušečky napětí vnn se zkoušel beznapěťový stav sítě. Při práci se zkoušečkou je nezbytné nejdříve přiložit část zařízení pod napětím, poté střídavě na část zařízení bez napětí a opětovně na část zařízení pod napětím, čímž ověříme správnou funkčnost zkoušečky. Při přítomnosti napětí začne zkoušecí tyč zvukově a světelně signalizovat. Tímto způsobem se otestoval vypnutý úsek AEA04 a zaručil se tak beznapěťový stav. Před započítím činnosti zajišťování se vypsál příkaz B, který obsahuje seznam činností a popis jednotlivých kroků, jež je nutné provést v průběhu zajištění pracoviště. K zajištění pracoviště bylo v našem případě potřeba dvou zkratovacích souprav, přičemž jedna se umístila mezi transformátor a odpojovač, zatímco druhá za odpojovač. Tabulkami se označilo místo, kde se pracuje, a výstražnými tabulkami se označila okolní místa pod napětím. V rámci předání pracoviště vedoucí zajišťování seznámil vedoucího práce skupiny provádějící práci na skříní s provedeným zajištěním, pomocí vlastní ruky následně demonstroval, že pracoviště není pod napětím. Podpisem se příkaz B uvedl v platnost. Po dokončení prací se zpětně vypisoval příkaz B, byla odebrána

zkratovací souprava, tabulky a ohraničovací páska. K ukončení příkazu B došlo, jakmile byl telefonicky informován dispečer.

Zajištění pracoviště se řadí mezi činnost nezbytnou pro zaručení bezpečného pracovního prostředí. Jedná se o proces, který předchází většině pracovních úkonů v distribuční soustavě.

2.2. Řád preventivní údržby vypínače

Prováděli jsme řád preventivní údržby vysokého napětí (dále jen ŘPU) vypínače na rozvodně Černá Louka. Jednalo se o maloolejový vypínač HL 6-9. Tento vypínač dokáže vypnout proud 1250 A a je dimenzovaný na napětí o velikosti 25 kV.

Součástí ŘPU vysokého napětí (dále už vn) vypínače je v prvním kroku zajištění pracoviště. Vypínač v dané kobce se umístí do revizní polohy. Při první práci s vypínačem jsme odšroubovali plastové kryty, které slouží k ochraně živých částí. Pod těmito kryty se nachází kontakty, jež jsme očistili pomocí jemného brusného papíru. První měření jsme prováděli na jednotlivých pólech vypínače. Měřili jsme hlavní proudovou dráhu jednotlivých fází, u kterých se měří přechodový odpor ($R_p < 100 \mu\Omega$) a úbytek napětí ($\Delta U < 20 \text{ mV}$). Na první fázi jsme přivedli pomocí měřicího zdroje MOM690 proud 200 A a proměřili jsme jednotlivé fáze. Naměřené hodnoty jsou zapsány v tabulce 1. Druhým měřením byla zkouška elektrické pevnosti oleje. V případě zkoušky elektrické pevnosti oleje je nutné z každé fáze odebrat olej, který jsme nechali chvíli odstát. K odzkoušení oleje bylo použito zkoušecí zařízení od firmy b2 Hight-voltage verzi BA80, které mezi dvěma elektrodami vytvořilo průraz v oleji střídavým napětím. Olej vyhověl dané zkoušce. Průraz, jenž vzniknul mezi elektrodami, byl větší než 18,7 kV / 2,5 mm. Na závěr jsme zkontrolovali mechanismus vypínače. Kontrola probíhá tak, že je odebrán přední kryt a promazán řetězový řemen. Funkční zkoušky vypínače probíhaly nejdříve mechanickým natažením vypínače za pomoci kliky, již se točí. Poté se vypínač opětovně zapojil a provedla se zkouška přes mikrodispečink.

Tabulka 1- Naměřené hodnoty

Měřená fáze	Přechodový odpor R_p [$\mu\Omega$]	Úbytek napětí ΔU [mV]
L1	79	15,7
L2	94	18,6
L3	97	19,3



Obrázek 2- Vypínač HL 6-9

2.3. Řád preventivní údržby odpojovače

Pracovali jsme na kryté rozvodně vvn 110 kV / 22 kV ve Vítkovicích. Prováděli jsme ŘPU na odpojovačích, které se skládají ze dvou přívodních svorníků a ramen. Ramena se otáčejí o 90°, čímž viditelně rozpojují napěťovou dráhu. Pohyb ramen odpojovačů je řízen pomocí vzduchového motoru.

V případě ŘPU na odpojovači vvn je rovněž vhodné dodržovat určitý postup. V rámci mé praxe jsem měl možnost sledovat následující kroky.

Jak již bylo zmíněno dříve v textu, i zde je nezbytné v první řadě provést zajištění pracoviště. V našem konkrétním případě hovoříme o linkách 655 a 656.

Po zajištění pracoviště následovala kontrola stavu odpojovačů. Odpojovače byly očištěny od nečistot pomocí technického benzínu. Úchyty byly dotaženy pomocí nástrčných momentových klíčů na daný moment, který je stanoven výrobcem. Následně se rozebral vzduchový motor, který je napojený na vzduchový kompresor. Vzduchový kompresor zajišťuje pohyb ramena odpojovače, díky kterému je možno změnit stav ze stavu vypnuto do polohy zapnuto a naopak. Poté jsme odšroubovali signalizaci a přívod vzduchu, pomocí které je motor ovládán. Uvnitř motoru se nachází válec, který pohybem spojuje a rozpojuje ramena odpojovače. Mechanismus jsme promazali, aby se válec čistě pohyboval a fungoval správně při rozpojování a zpětně při spojování.

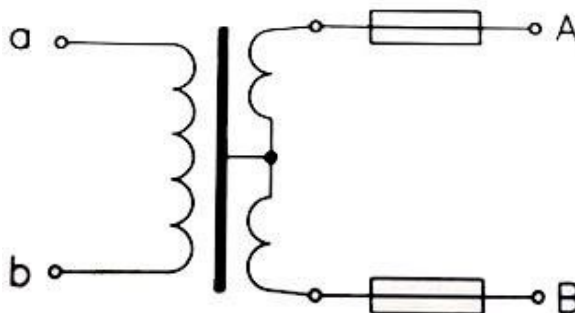
Funkční zkoušky byly prováděny nejdříve na vypnutém zařízení, kdy se manuálně hýbalo s rameny. Poté přišla zkouška vzduchového motoru, při níž se z řídicí skříně ovládal motor odpojovače z polohy vypnuto do polohy zapnuto, čímž se zkontrolovalo, zda neutíká vzduch z motoru a odpojovač správně spíná. Na závěr se správná funkce odpojovače ověřila přes mikrodисpečink, který ovládal danou linku dálkově.



Obrázek 3-Linka 656

2.4. Řád preventivní údržby transformátoru napětí

ŘPU se prováděl na transformátorech ZSE Praha typ TJP6 na rozvodně Černá Louka. Pro každou fázi připadá právě jeden transformátor napětí typu TJP6. Tento transformátor mění napětí 22 kV na 100 V. Jedná se o transformátor se dvěma vinutími, přičemž jedno vinutí je použito na měření, zatímco druhé vinutí pro ochrany. Transformátor je vybaven pojistkou, která zapůsobí v případě nadproudu. Dojde-li k vybavení pojistky, transformátor setrvá v poruchovém stavu, který se zobrazí na mikrodispečinku. Ve většině případů dojde k vybavení této pojistky jen při spouštění vlivem nárazového proudu. Jmenovitý proud této pojistky je stanoven na 0,3 A.



Obrázek 4- Schéma transformátoru TJP6

V rámci ŘPU byl měřicí transformátor očištěn od prachu, zkontrolovala se pojistka, popisky a štítkové hodnoty v záznamu o provedení kontroly, načež se dotahovalo uchycení a uzemnění transformátoru momentovým klíčem.

2.5. Porucha vypínače

V rámci mé individuální odborné praxe jsem byl přítomen na opravě vypínače na rozvodně v Lískovci, která je před rekonstrukcí. Jedná se o rozvodnu 110 kV / 22 kV, v její blízkosti se nachází také rozvodna 400 kV / 110 kV.

Přijeli jsme na již zajištěné pracoviště, kde na vypínači od firmy AEG S1-123 F3 unikalo zhášecí médium SF₆ z fáze L1. Tento vypínač má pro všechny fáze stejný přívod zhášecího média. Tlak je hlídán pomocí tlakoměru, dojde-li k poklesu tlaku, vyskočí na mikrodyspečinku porucha.

V první řadě bylo nutné odpustit zhášecí médium na tlak 0,2 MPa pomocí filtračního a plnicího zařízení. Na fázi L1 byla nalezena netěsnost, ta se dočasně zatěsnila pomocí silikonového tmelu, který se nechal po dobu jednoho dne zatuhnout. Filtrační a plnicí zařízení pomocí kompresoru doplnilo SF₆ do vypínače na tlak daný výrobcem o hodnotě ve výši 0,5 MPa.



Obrázek 5- Vypínač AEG S1-123 F3

2.6. Odkalování potrubí

Potrubí přivádí pomocí kompresoru vzduch pro 110 kV vypínač, který se pomocí vzduchu vypíná a zapíná. Jelikož kompresor čerpá vzduch o venkovní teplotě, který obsahuje vodní páru, tak v potrubí vzniká kondenzát. Kondenzát se skládá ze směsi vody a oleje. V následujícím textu popíši jednotlivé kroky, prostřednictvím nichž standardně dochází k odkalování potrubí. Pro odčerpání kondenzátu musí být vypínač odstaven. Pro odkalování má vypínač dva ventily, jeden se nachází

v blízkosti vypínače a druhý u kompresoru. Ventil se povolí a odpouští se do té doby, než kondenzát přestane téct. Odkalování potrubí je prevencí proti poškozování tlakovzdušného potrubí.

2.7. Řád preventivní údržby střídače

ŘPU se prováděl na rozvodně v Ostravě Porubě, kde je využíván střídač DC/AC od firmy Wechselrichter G110. Tento střídač je napájen pomocí staničních baterií. Střídač mění stejnosměrné napětí 110 V na střídavé napětí 230 V. V případě výpadku dodávky elektrické energie tento střídač napájí obvody nezbytné pro provoz rozvodny.

V rámci ŘPU se kontrolovalo dotažení svorkovnice střídače a následně bylo čištěno chlazení od prachu. V závěru se skříň očistila pomocí vzduchového kompresoru a vysavače.

2.8. Prohlídka nové rozvodny Fifejdy

Kvůli nedostatku místa byla nová rozvodna v Ostravě Fifejdy postavena tak, aby technologie 110kV zabírala málo prostoru. Rozvodna je zkonstruovaná firmou ABB, která vyrobila krytou rozvodnu na požadované parametry. Pro umístění do lokality Ostrava Fifejdy bylo nezbytné, aby byla 110 kV rozvodna krytá.

Každý komponent rozvodny 110 kV obsahuje zhášecí médium SF₆. Zhášecí médium jednotlivých komponentů je blokově odděleno, přičemž k živým částem není přístup. Stav komponentů rozvodny lze vidět pouze na ovládacím panelu přímo na daném zařízení nebo na mikrodисpečinku. Technologie 22 kV je vyrobena firmou Siemens, která se v praxi běžně využívá, není tudíž nijak neobvyklá.

Na obrázku 4. je odpojovač 110 kV vyrobený firmou ABB s označením ELK-04 pro rozvodnu Ostrava Fifejdy. Tento odpojovač je dimenzován na napětí o velikosti 123 kV a dokáže vypnout zkratový proud 40 kA.



Obrázek 6- Odpojovač VN od firmy ABB

2.9. Řád preventivní údržby pole rozvaděče

V následujícím textu popíši postup řádu preventivní údržby pole rozvaděče 22 kV. Přes dispečink byla daná skříň s rozvaděčem odstavena a následně se na skříni přepnulo ovládání z dálkového na místní. Aby se zajistilo pracoviště, bylo nezbytné vytáhnout vypínač. Na vytáhnutí vypínače bylo potřeba použít speciální klíč. Při vytáhnutí vypínače se svorky uzavřely plechovým krytem, který chrání živé části. K zajištění pracoviště jsme museli krytky, jež chrání živé části, otevřít. Tím byly živé části zpřístupněny a mohla být použita zkratovací souprava k uzemnění.

V rámci ŘPU se daný rozvaděč očistil od nečistot, zkontrolovaly se atributy zařízení technické dokumentace se skutečným stavem a dotažení šroubových spojů a zemnicího spoje.

2.10. Únik oleje vypínače

Oprava se prováděla na vypínači HL6-9 25 kV s výrobním číslem 6454. V každé fázi vypínače je obsaženo 10l oleje. Na první pohled bylo znatelné, že únik oleje je z fáze L2. Olej uniká přes těsnění, které je u svorníku, na němž je nasazená plastová krytka kontaktu. Těsnění vlivem času a primárně vlivem zahášení oblouků ztrácí svojí mechanickou pevnost a olej začne unikat.

V rámci opravy se musel vypustit olej z L2 a demontovat svorník s těsněním. Těsnění na svorníku bylo prasklé, proto bylo v daném případě nezbytné namontovat nové. Po zpětné montáži se do vypínače naplnil olej a očistili jsme kontakty a komory vypínače technickým benzínem. Výše popsany postup by měl do budoucna zaručit, že již nebude docházet k úniku oleje z fáze L2.

2.11. Zprovoznění větrání na rozvodně Ostrava Fifejdy

V rámci mé individuální odborné praxe jsem měl rovněž možnost pozorovat zprovoznění větrací ventilace na rozvodně Ostrava Fifejdy. Tato ventilace slouží k cirkulaci vzduchu na rozvodně. Každá místnost v rozvodně má svůj vlastní okruh ventilace, který je napojen na jeden sdílený systém. Sepnutí ventilace zpravidla dochází impulzem závislým na teplotě, k sepnutí dojde rovněž v pravidelných intervalech, jež jsou měřeny od doby od poslední cirkulace vzduchu, a v neposlední řadě je možno sepnout cirkulaci manuálně prostřednictvím obsluhy.

Funkčnost systému ventilace je řešena pomocí relé a stykačů, které slouží pro spínání a blokování ventilace. Relé a stykače jsou napojené na logický automat nesoucí název LOGO!. Logický automat LOGO! můžeme laicky nazývat „mozkem“ řídícím celý okruh ventilace. Pro každou místnost je doba cirkulace jiná, detaily jsou uvedeny v interním manuálu, do kterého jsem měl možnost nahlédnout. Jestliže teplota v rozvodně přesáhne nastavenou hodnotu, ventilace se zapne do doby, než dojde ke snížení teploty v rozvodně na nastavenou hodnotu na termostatu.

V následujícím textu popíši proces sepnutí ventilace manuálně, tedy prostřednictvím obsluhy. V první řadě je nutné zmáčknout spínač v místnosti, který zapříčiní sepnutí stykače. Stykač dá povel logickému automatu LOGO!, jenž po stanovenou dobu cirkuluje vzduch v rámci celé rozvodny. Při opětovnému sepnutí spínače se cirkulace vzduchu vypne. V krajním případě, když se v rozvodně uvede v činnost požární poplach, automat LOGO! mžikově zablokuje ovládání větrání po dobu odeznění poplachu.

V rámci zprovoznění ventilace se zapojovaly vodiče vedoucí ze stykačů k logickému automatu. K označení těchto vodičů byly použity smršťovací bužírky, pomocí nichž se zpřehlednilo zapojení vodičů. V rámci celého procesu zprovoznění větrání na rozvodně Ostrava Fifejdy se průběžně testovala funkčnost ventilace v jednotlivých místnostech. Testováním se ověřilo správné zapojení systému cirkulace vzduchu.

Na obrázku 5 je možno vidět pořízenou fotografii logického automatu LOGO! značky Siemens řady F43.1, který je použit v rozvodně Ostrava Fifejdy.



Obrázek 7- Logický automat LOGO!

2.12. Řád preventivní údržby ovládací skříně

Skříň AVA-28 slouží jako pomocná ovládací skříň odpojovače 22 kV. Obsahuje jistící a řídicí prvky k ovládání pohonů odpojovače.

ŘPU jsme prováděli na rozvodně Černá Louka. V rámci ŘPU se skříň očistila od prachu, zkontrolovali jsme dotažení svorkovnic, kontrolovali spínací a jistící prvky, připojení uzemnění a zapojení skříně se schématem umístěným na rozvodně.

2.13. Řád preventivní údržby odpojovače

ŘPU na odpojovači od firmy Krompachy OM-30 se prováděl na rozvodně Ostrava Černá Louka. Jedná se o kobkový odpojovač spínaný pohonem, který byl vyroben v roce 1985. Pohon odpojovače spíná všechny tři fáze současně pomocí pákového mechanismu.

V rámci ŘPU se zkontrolovaly atributy zařízení technické dokumentace se skutečným stavem. Momentový klíčem se dotáhly veškeré šroubové spoje. Některé šrouby nebyly dotaženy na moment daným výrobcem, tím vznikaly proudové ztráty na odpojovači. Odpojovač se kompletně očistil technickým benzínem, načež byly šroubové a kontaktní spoje odpojovače namazány vazelínou. K zamezení velkých ztrát v kontaktu odpojovače se provádělo měření přechodového odporu a úbytku

napětí. K měření bylo použito měřicí zařízení MOM609, které slouží jako proudový zdroj a současně i měřicí zařízení. Před zahájením měření se musel odpojovač sepnout, aby nebyla přerušena proudová dráha. Proudové a měřicí svorky byly připojeny před a za kontakt odpojovače. Na proudové svorky se přivede proud o velikosti 200 A na každou fázi zvlášť. Přechodový odpor musí být $R_p < 100 \mu\Omega$ a úbytek napětí $\Delta U < 20 \text{ mV}$. Celé měření je zaznamenáno v tabulce 2, kde jsou uvedeny jednotlivé hodnoty naměřené na odpojovači. V poslední řadě byly provedeny funkční zkoušky. V praxi to probíhá tak, že odpojovač se sepne místním ovládáním umístěným na ovládací skříni odpojovače a poté dálkovým ovládáním za pomoci mikrodispečinku.

Tabulka 2- Naměřené hodnoty odpojovače vn

Měřená fáze	Přechodový odpor R_p [$\mu\Omega$]	Úbytek napětí ΔU [mV]
L1	26	5,2
L2	26	5,13
L3	29	5,78



Obrázek 8- Odpojovač Krompachy OM-30

2.14. Funkční zkoušky transformátoru vlastní spotřeby

Funkční zkouška transformátoru se prováděla na rozvodně Ostrava Výškovice. Jednalo se o transformátor vlastní spotřeby 22 kV / 400 V, který slouží jako záložní transformátor.

V rámci funkčních zkoušek se transformátor zajistil zkratovací soupravou na primární straně a zkontrolovala se správnost zapojení, načež se zkratovací souprava odebrala. Na řídicí skříni vlastní spotřeby se odstavil hlavní transformátor a převedlo se napětí na záložní transformátor. Na sekundární

straně transformátoru se provádělo měření fázového a sdruženého napětí pomocí multimetru. Prostřednictvím měření byly naměřeny příliš velké hodnoty napětí. Zjistilo se, že na transformátoru je špatně nastavený převod. Změnou převodu lze docílit zmenšení napětí na sekundárním vinutí na požadovanou hodnotu napětí v případě trvalého zvětšení napětí na primárním vinutí. Transformátor se znovu zajistil a na vrchní části se mechanicky přepnul převod, který zmenšil počet závitů na sekundární cívice. Prevod lze vypočítat ze vzorce uvedeného pod textem. Znova se provedlo měření fázového napětí, které vyšlo 229,9 V a výsledek měření sdruženého napětí byl 399,7 V.

$$p = \frac{N_2}{N_1} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2}$$

2.15. *Napět'ová zkouška kabelu*

V rámci zprovoznění nové rozvodny Fifejdy se prováděla napět'ová zkouška kabelů 110 kV. Během této zkoušky se do kabelu přivedlo jmenovité napětí po dobu 24 hodin. V tomto čase nesmí dojít k průrazu dielektrika, jinak dané zkoušce kabel nevyhoví.



Obrázek 9- Kabel vnn

2.16. *Použité měřicí přístroje*

Téměř u každého měření se používal mikrohmetr MOM690 od firmy Megger, nejčastěji pak pro měření přechodových odporů. Přístroj dále měří i úbytek napětí. Zdroj dokáže vygenerovat proud až 800 A. K dispozici je i střídavý výstup pro případnou demagnetizaci jader proudových

transformátorů. Jelikož se MOM690 zapojuje do normální zásuvky 230 V. Prováděná měření je možno ukládat do přístroje, nebo si pomocí USB portu exportovat na přenosný disk. [4]

K elektrické pevnosti oleje se používal měřicí zařízení od firmy B2 Hight-voltage typ B80. Tento přístroj slouží pouze ke zkouškám oleje. Přístroj vytvoří střídavý průraz v oleji dosahující velikosti 80kV mezi dvěma elektrodami vzdálenými 2,5 mm. Přeskok je měřen s přesností ± 1 kV v celém rozsahu napětí. Při dosažení přeskoku trvá 5 μ s než dojde k vypnutí. B80 má integrovanou baterii, která vydrží až 12 hodin. Při dokončení měření B80 dokáže vytisknout lístek s naměřenými hodnotami nebo exportovat naměřená data ve formátu PDF. Tento přístroj je zachycen na obrázku 8. kde lze vidět nádobu s transformátorovým olejem. [12]



Obrázek 10- B2 Hight-voltage B80

2.17. Řád preventivní údržby staničních baterií

ŘPU baterii SP 12-200 od výrobce Sunlight se provádělo na rozvodně v Ostravě Porubě. Staniční baterie jsou uzavřené olověné akumulátory a pracují na systému VRLA, který reguluje pomocí ventilu vnitřní tlak baterie. Zkratka VRLA znamená valved regulated lead acid, v překladu ventilové řízené olověné-kyselinové akumulátory. Kapacita baterie je 200 Ah, napětí 12 V, které na této rozvodně vytvářejí v bloku napětí 110 V a maximální vybíjecí proud 3300 A. Jsou koncipovány na dvě hodiny provozního stavu. [5]

Dle ŘPU se zkontrolovaly atributy zařízení technické dokumentace se skutečným stavem. Zjistilo se, že název baterií nebyl správně zapsán. Dále se zkontrolovaly kontakty, povrchové znečištění a zapojení baterií dle schématu na rozvodně. Baterie se očistily od prachu.

3. Elektrické sítě

Druhý semestr jsem byl pod vedením pana Ing. Aleše Hlaváče, který mě proškolil dle vyhlášky č. 50/1978 Sb., Vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu o odborné způsobilosti v elektrotechnice. Sídlo Sítí je na ulici Tomkova v Ostravě. Byla mi přidělena přilba a reflexní vesta, již slouží jako ochranné prvky nezbytné pro výkon praxe na daném pracovišti.

V rámci mé individuální odborné praxe jsem byl přidělen na oddělení diagnostiky, kde jsem měl příležitost po dobu měsíce a půl pod vedením Ing. Aleše Veverky pozorovat různorodé činnosti, mezi něž patří měření transformátorového oleje v olejové laboratoři, revize zkušebních pomůcek, ŘPU kabelu, výběr ze svazku kabelu, trasování kabelu, ŘPU vypínače, funkce termovizní kamery a činnosti v kalibrační laboratoři.

Po zbytek praxe druhého semestru jsem byl přidělen na oddělení poruch pod vedením Ing. Aleše Hlaváče. Na oddělení poruch jsem byl přítomen měření kvality dodávky elektrické energie, byl jsem obeznámen s funkcemi univerzálního monitoru MEG 40, zúčastnil jsem se prohlídky vedení vnn, dále vytýčování kabelového vedení a měření impedanční smyčky.

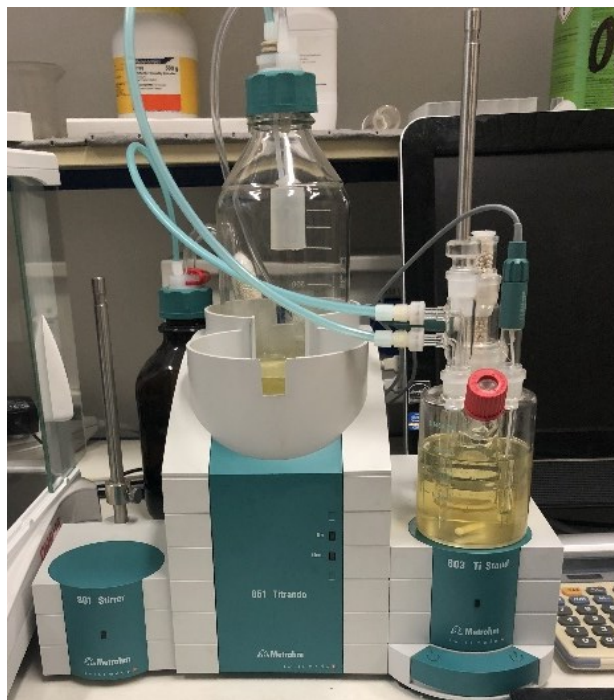
3.1. Měření transformátorového oleje

Měření transformátorového oleje se dle ŘPU provádělo v chemické laboratoři, která se nachází v Ostravě na ulici Tomková. Pro Českou Republiku je pouze jedna diagnostická laboratoř patřící pod ČEZ distribuce, a.s. Ke správnému provedení měření je potřeba odebrat olej z obalu transformátoru a z vinutí transformátoru. K provedení všech zkoušek se odebírá 1l z vinutí a 1l z obalu transformátorů. Transformátor musí být při odběru studený.

Měření se provádělo na oleji z transformátoru 110 kV / 22 kV, jenž byl zaslán z rozvodny v Hradci Králové. Při odběru oleje je potřeba zaznamenat teplotu, při které byl olej odbírán. Pro měřený olej byla teplota 30 °C. V následujícím textu popíšu tři vybrané zkoušky, při nichž jsem byl přítomen.

Zkouška obsahu vody v izolačním oleji se měří metodou coulometrické titrace Karla Fishera. K měření byl použit přístroj 851 Titrand od firmy Metrohm, který měří s přesností na desetiny procent v jednotkách g/t. Pomocí injekční stříkačky se olej odebere z olejové nádoby, načež se naváže a vstříkne do nádoby s titrační kapalinou. Tento postup se provede celkem třikrát. Výsledná hodnota se pomocí počítače přepočítá na teplotu 20 °C a zprůměruje. Výsledná hodnota obsahu vody v oleji byla 1,2 g/t. Při hodnotě nad 20 g/t se jedná o zhoršený stav oleje. [7] [9]

Na obrázku 9 je zachyceno měřicí zařízení Metrohm titrand 851. Na pravé straně lze vidět nádobu s titrační kapalinou, která se po určité době vyměňuje. Do této nádoby se vstříkne transformátorový olej.



Obrázek 11- Metrohm Titrando 851

Zkouška průrazným napětím se prováděla pomocí přístroje Oil Tester DTA od firmy BAUR, jenž je zachycen na obrázku 10, který v transformátorovém oleji pomocí střídavého napětí vytvářel průraz až 100 kV. Tento průraz vzniká mezi dvěma elektrodami vzdálenými 2,5 mm. Olej se při vložení do přístroje kalibruje a promíchává po dobu pěti minut. Poté je provedeno šest měření při stálém promíchávání. Ochranná mřížka umožňovala sledovat průrazy. Výsledná naměřená hodnota se zprůměruje a přístroj vytiskne papír s výsledkem měření, kde hodnota průrazného napětí byla 81,5 kV / 2,5mm. Kdyby hodnota byla menší než 60 kV / 2,5 mm, jednalo by se o zhoršený stav transformátorového oleje.



Obrázek 12- BRAU Oil Tester DTA

Zkouška inhibitoru se měřila pomocí měřicího zařízení NICOLET iS5 od firmy Thermo scientific. Inhibitor zabraňuje koroziivním účinkům. Jestliže je inhibitorů málo, může dojít ke koroziivním účinkům vinutí transformátoru. Transformátorový olej se pomocí injekční stříkačky vstříkne mezi dvě skla. Tyto skla se vloží do měřicího zařízení, ten se po dobu 30s kalibruje. Infračerveným zářením se měří propustnost záření. Přístroj pomocí propustnosti vypočte procentuální počet inhibitoru. Vypočtená hodnota byla 0,408%. Pro zhoršený stav oleje je stanovená hodnota menší než 0,3% inhibitoru. [8]

3.2. Revize pracovních a ochranných pomůcek

V rámci zajištění bezpečné práce na pracovišti jsou pracovní a ochranné pomůcky testovány periodicky dle vnitřních předpisů. Odzkoušená pomůcka dostane nálepku s naraženou platností. Na správnou funkčnost bezpečnostních pomůcek se klade veliký důraz, protože mnohdy zaručují bezpečnost na pracovišti pod napětím a předcházejí úrazům. V následujícím textu popisují čtyři měření, u kterých jsem byl přítomen.

Nejdříve se zkoušely dielektrické rukavice vn. Jednalo se o typ LOT1627 410 mm od výrobce REGELTEX vyrobené v roce 2003. Rukavice se vložila do zkušební nádoby plné vody. Při měření se do rukavice napustilo 9 cm vody pod okraj rukavice a vložila se do ní elektroda. Tato elektroda přivedla ze zdroje napětí o velikosti 30 kV po dobu 1 minuty. Měřil se u ní svodový proud, který musí být menší než 20 mA. U druhého páru nastal průraz. Při nastání průrazu se ověřil měřením tím, že zvýšíme napětí a tím průraz zvětšíme. Průraz na rukavici šel dohledat velice rychle, protože přes něj začala při vyndání vytékat voda.

Druhé měření bylo měření svodového proudu na vyprošťovacím háku. Testovaný vyprošťovací hák byl vyroben firmou PRO 8 a jednalo se o typ 862.040, jehož jmenovité napětí 38,5 kV. Žlutý pruh, takzvaná mezní značka, nám říká, jak daleko se lze přiblížit k živé části elektrizačního zařízení pod napětím. Na tento pruh se umístily měřicí svorky. Pro tento vyprošťovací hák je zkušební napětí na měření svodového proudu 46,2 kV. Naměřili jsme svodový proud o velikosti 11 μ A. Mezní hodnota svodového proudu je stanovena na 50 μ A.

Třetí zkoušku jsme prováděli na zkoušečce napětí. Jednalo se o typ 424.000 vyrobena firmou ESPA. Jmenovité napětí této zkoušečky je 25 kV, ale zkouší se na 30 kV. Měření svodového proudu se provádí stejně jako u vyprošťovacího háku. Naměřený svodový proud byl 8 μ A. Maximální povolený svodový proud je 20 μ A.

Na obrázku 11 je zachyceno měření svodového proudu na zkoušečce napětí. Lze vidět zapojení měřicí svorky na vymešovacím žlutém pruhu, který je takto záměrně označen, jelikož se jedná o místo, jež znázorňuje poslední bod, ve kterém je možno zkoušečku přiložit k živé části.

Měření částečných výbojů se provádí měřícím vozem. Prvním měřením prostřednictvím kalibrátoru se změří délka kabelu. Pomocí proudových impulzů vznikají vlny o určité rychlosti a dle rychlosti vlny jde určit délka kabelu. V našem případě se jednalo o kabel dlouhý 636 m. Pro měření částečných výbojů se pouštěl do kabelu náboj o velikosti 1000 až 50 000 pC při napětí o velikosti $1xU_n$, $1,5xU_n$ a $1,7xU_n$. Na obrazovce připojené na měřící vůz vznikaly vlny, které se později v programu vyhodnocovaly. Částečné výboje vznikají vlivem špatně vyrobené izolace vodiče, vlivem kondenzace vody ve vodiči, nebo zduřelé izolace. V tomto místě vznikají mikrovýboje, které znehodnocují izolaci a mohou vést až k průrazu vodiče.

3.4. Výběr kabelu ze svazku

Výběr kabelů ze svazků se používá pro nalezení kabelu v místě, kde vede větší množství kabelů. Tímhle způsobem bezpečně nalezneme právě námi hledaný kabel. K nalezení kabelu je třeba na jedné straně kabelu připojit generátor impulzů a na druhé straně kabel uzemnit. Toto uzemnění se dělá z důvodu odrazu impulzů. V místě výkopu se použijí k naměření impulzů indukční kleště. Indukčními kleštěmi se naměří impulzy o námi nastavené frekvenci, tím se určí námi hledaný kabel. Používají se nízké frekvence impulzů z důvodu indukce impulzů do vedlejších vodičů.

3.5. Trasování kabelů

S měřícím vozem se přijelo do Karviné na ulici Božkova, kde se nachází kabel, který je z důvodu poruchy odpojen. Opravu doposud znemožňovala rekonstrukce parkoviště areálu sídliště. Jelikož tuto poruchu trasoval technik, který ji již v minulosti měřil, znal délku kabelu i přibližné místo poruchy. Jednalo se o kabel 400 / 230 V dlouhý 100-120 m.

K zahájení samotného měření bylo nutné, aby se měřící vůz připojil na HDS. Aby porucha byla snáze dohledatelná, použilo se propalovací zařízení. Propalovací zařízení napětovým rázem zvětší místo poruchy. K dohledání poruchy se použily napětové rázy, které pomocí kondenzátoru pouštěly rázy o velikosti 7 kV. Jelikož kabel nebyl umístěn hluboko, napětové rázy byly slyšet až na povrch. K trasování se do kabelu pouští určitá frekvence, na kterou se nastaví půdní mikrofón. Ten je napojen na sluchátka, přes které slyšíme šumovitý zvuk. V oblasti uložení kabelu byl zvuk výrazný. K zvýraznění trasy kabelu se použil oranžový sprej.

K dohledání poruchy se dále používá radar, tato metoda se aplikuje v případě delšího vedení. Do kabelu se pustí impulz, který se zobrazí na počítači. Křivka při poruše se porovná s křivkou v bezporuchovém stavu. V místě, kde se křivky rozcházejí, se nachází daná porucha. Pomocí této metody jde určit i přibližná vzdálenost poruchy.

3.6. Řád preventivní údržby vypínače

S měřícím zařízením bylo nutné jet na rozvodnu Bohumín Pudlov, kde se prováděl ŘPU vypínače VF 25.12.25 vyrobeným v roce 1988 firmou ZSE. Jedná se o vypínač vn s plynovým zhášecím médiem. Před počátkem měření museli technici z Bohumína vypsát příkaz B, zajistit pracoviště a předat pracoviště skupině pracovníků z oddělení diagnostiky.

První měření se provádělo přístrojem SF₆-breaker-analyser vyrobený firmou GAS, pomocí kterého se měřila kvalita zhášecího média. Přístroj jsme připojili na ventil SF₆ a měřili jsme tlak, obsah plynu a rosný bod. Jelikož při připojení přístroje se odpustila část plynu, přístroj naměřil tlak 4,47bar.

Ostatní měření přístroj vyhodnocoval pět minut. Výsledný rosný bod byl naměřen při $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ a obsah plynu 97,3%. Jelikož při připojení došlo k úniku SF_6 , musel být následně dopuštěn na tlak 5 bar.

Měření svodového proudu se provádělo jako druhá zkouška. Pro vypínač VF 25.12.25 se používá napětí 25 kV. Vypínač musel být ve vypnutém stavu. Měření se provádělo na všech komorách vypínače najednou. Výsledný naměřený svodový proud byl ve všech komorách $0,02\text{ }\mu\text{A}$. Kdyby hodnota přesahovala $0,1\text{ }\mu\text{A}$, tak vypínač zkouškou neprojde.

Další měření se prováděly pomocí přístroje TM 1800 od firmy Programma, měřil se například izolační odpor, který byl naměřen $12\text{ G}\Omega$. Přechodový odpor kontaktů pomocí SDRM5 byl naměřen v rozsahu od $30\text{--}50\text{ }\mu\Omega$ na všech kontaktech. Naměřený vypínací čas byl 50 ms, během nichž vypínač přešel z polohy zapnuto do polohy vypnuto.



Obrázek 14- Vypínač VF 25.12.25

3.7. Termovizní kamera

K měření jsme používali termovizní kameru FLIR P660. Tato kamera má teplotní rozsah od $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ až do $+550\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kamera je vybavena bolometrem s rozlišením 640×480 pixelů a bočním LCD displejem s rozlišením 1024×600 pixelů. Při velké vzdálenosti objektů se použije objektiv. Termovizní kamera dokáže s objektivem změřit vyzařovanou teplotu objektu až na 300 m. Zaostřování obrazu je řešeno automaticky, ale dá se nastavit i manuálně pomocí zaostřovacího kruhu umístěného na objektivu. Před každým měřením je potřeba termovizní kameru nastavit. Prvním nastavovaným parametrem je emisivita. Emisivita je schopnost materiálu pohlcovat a vyzařovat záření. Dalším parametrem je reflexe, která udává schopnost materiálu odrážet záření. Dále se nastavuje teplota a tlak. Vliv na měření má také počasí, přičemž ideálním stavem je zatažená obloha. [10] [11]

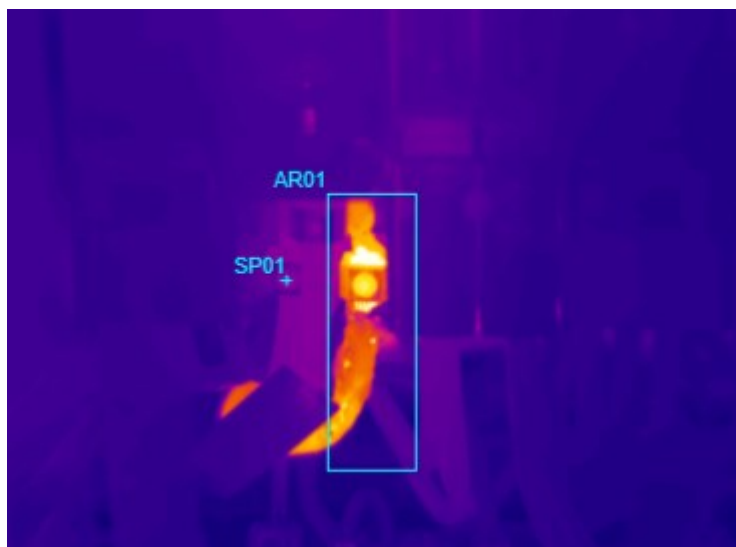


Obrázek 15- Termovizní kamera FLIR P660

V oblasti Bravantice Zlatník jsem v rámci ŘPU měřili trafostanici 22 kV/400 V. Na první pohled bylo viditelné značné narušení izolace kabelu ve směru SV201-R98, což je rovněž patrné na obrázku 14. Tento kabel vedl do blízké svářečské firmy a během pracovní doby byl kabel namáhán velkým proudovým odběrem. Porucha však nastala nedotaženou V-svorkou, kterou lze vidět na obrázku 15. Termovizní kamera nám ukazovala maximální teplotu 147,9 °C a proud 164 A při venkovní teplotě -20,5 °C. V době největšího odběru se na kabelu nacházela teplota 316,3 °C. Taková porucha se okamžitě hlásí a je nezbytné ji co nejdříve opravit.



Obrázek 16- Zničená izolace vodiče



Obrázek 17- Snímek zaznamenaný termokamerou

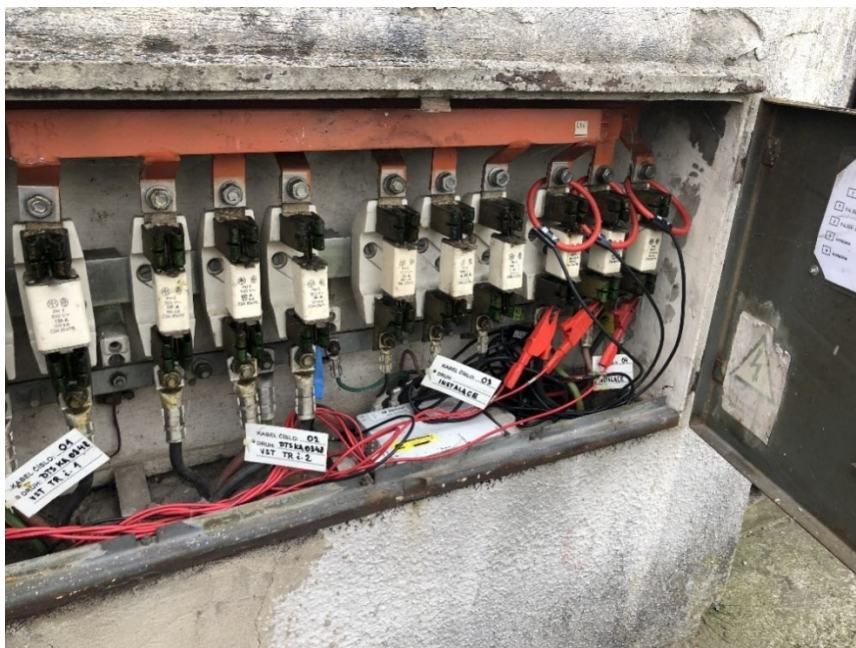
3.8. Kalibrační laboratoř

V kalibrační laboratoři se ověřuje třída přesnosti měřicích přístrojů. Ke kalibraci, jíž jsem byl přítomen, bylo použito kalibrační zařízení Fluke 5500A Calibrator, které je připojeno ke dvěma předřazeným odporovým dekádám Meatest M-602 a Meatest M-109R. Kalibrovaným přístrojem byl multimetr Chauvin Arnoux CA5233. V programu Metcal Editor jsme podle výrobního čísla multimetru dohledali třídy přesnosti a rozsahy měření pro kalibraci. Třída přesnosti se měnila s rozsahem měřené veličiny. Před začátkem kalibrace bylo nutné nastavit proceduru, která obsahovala všechny zkoušené funkce a rozsahy multimetru. Jednotlivé kalibrace pro veličiny střídavého napětí, stejnosměrného napětí, proudu, měření s malou impedancí, kapacity a odporů probíhaly stejně. V průběhu měření jsme zapisovali hodnoty do programu, a ten porovnával skutečnou hodnotu měřenou certifikovaným přístrojem Fluke 5500A s hodnotou naměřenou multimetrem. Třída přesnosti se s navyšováním měřené hodnoty zvětšovala. Při měření odporu se musely přepojovat odporové dekády.

3.9. Měření kvality dodávky elektrické energie

Měření kvality dodávky elektrické energie se dělí na dvě skupiny, a to na operativní a systematické měření. Operativní se liší od systematického tím, že operativní měření je prováděno na základě stížnosti odběratele, zatímco systematické měření se provádí pravidelně v rámci kontroly sítě. K operativnímu měření se přiřazuje také měření zdrojů, mezi to patří například solární panely, větrné a vodní elektrárny. Operativní měření se provádí předřadně před systematickým měřením. Systematické měření se opakuje každých 5 až 8 let dle důležitosti.

Pro měření kvality se používá PQ monitor. K měření DTS se používá jedno-vývodový monitor a pro měření trafostanic čtyř-vývodový monitor. U jedno-vývodového monitor se připojí měřící svorky proudu na jeden vývod kabelu, zatímco u čtyř-vývodového se připojují dva až tři nejvíce zatížené vývody a vývod z transformátoru. Napěťová svorka se u obou metod připojuje pouze jedna, protože této svorky je PQ monitor napájen. PQ monitor snímá předvolené veličiny každých deset minut. Pro dostačující kvantum veličin je třeba udělat minimálně 1008 měření. Měřicí přístroj necháváme měřit po dobu sedmi až deseti dní.



Obrázek 18- Měření kvality PQ monitorem

Vyhodnocování měření se řídí dle ČSN EN 50160- Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejné distribuční sítě (dále jen norma ČSN EN50160). V protokolu pro dodavatele se uvádí naměřené hodnoty napětí, harmonické složek napětí, nesymetrie napětí a kolísání napětí, neboli flickeru. Odběratel v protokolu má uvedeno pouze napětí v jednotlivých fázích a naměřenou frekvenci. [13]

Vyhodnocovalo se měření kvality z důvodu reklamace na rodinném domku v Rychvaldu. Měření probíhalo v domovní HDS po dobu devíti dní. Žlutě vyznačené hodnoty v tabulkách nesouhlasí s již zmiňovanou normou pro dodavatele. Mezní hodnota napětí je stanovena na $\pm 10\%$, což znamená $207\text{ V} \leq 230\text{ V} \leq 253\text{ V}$. Z tabulky 4 je patrné, že hodnota U_2 ve 100% případech měřících intervalů nevyšla v mezích ($+10\%$ a -15% U_n) stanovené normou ČSN EN 50160. Z grafu Příloha 1 lze vyčíst hodnoty napětí v jednotlivých fázích. Odečtená hodnota z grafu vykazovala velké rozdíly napětí mezi fázemi. Rozdíl velikosti tohoto napětí byl až 45 V. Hodnota flickeru je stanovena normou ČSN EN 50160 na hodnotu $0 \leq 1$. K vyhodnocování se používá hodnota Plt , která se zaznamenává každé dvě hodiny po dobu měření. V tabulce 5 lze vidět, že hodnota flickeru byla přesažena ve všech fázích. V příloze 2 je graficky zaznamenána hodnota dlouhodobého flickeru Plt v jednotlivých dnech. V Příloze 3 je znázorněn krátkodobý flicker Pst , který se zaznamenává každých deset minut. V tabulce 6 jsou naměřeny hodnoty harmonického napětí. Při měření se zaznamenávají harmonické napětí až do 40. řádu. Pro naše měření bylo zaznamenáno harmonické napětí 25. řádu. Maximální možná odchylka je stanovena na $\leq 8\%$. Tabulka 7 znázorňuje nesymetrii napětí v jednotlivých fázích. Vyhláška udává maximální možnou nesymetrii $\leq 2\%$. Příloha 4 znázorňuje proudový odběr jednotlivých fází během celého měření.

Tabulka 4- Naměřené hodnoty napětí v jednotlivých fázích

Měřená fáze	Maximální [V]	Minimální [V]	Průměrná [V]
U ₁	246,735	226,689	230,617
U ₂	240,560	211,027	227,430
U ₃	244,946	223,288	231,500
U ₁ 100%	249,689	219,440	-
U ₂ 100%	243,782	195,366	-
U ₃ 100%	250,584	216,934	-

Tabulka 5- Naměřená hodnota dlouhodobého flickeru na jednotlivých fázích

Flicker	Naměřená hodnota [-]
Plt ₁ max.	1,525
Plt ₂ max.	1,607
Plt ₃ max.	1,434

Tabulka 6- Naměřená hodnota harmonického napětí na jednotlivých fázích

Harmonické napětí	Naměřená hodnota [-]
THD U ₁ max.	1,525
THD U ₂ max.	1,607
THD U ₃ max.	1,434

Tabulka 7- Napěťová nesymetrie

Nesymetrie napětí	Naměřená hodnota [%]
U _{nes} max.	2,250

3.10. Univerzální monitor MEg40

Univerzální monitor MEg 40 se používá k měření nn, vn, vvn sítí, přičemž měří a zaznamenává průběhy napětí, proudu a výkonu, které se dále používají k vyhodnocování. Tento monitor zobrazuje okamžité hodnoty jednotlivých veličin na LCD displeji a ukládá naměřené hodnoty do vlastní paměťové karty, která se musí po určité době vyměňovat. Pomocí dálkové komunikace lze MEg40 provozovat online. Naměřené hodnoty jsou odesílány ihned po naměření do počítače, kde je můžeme pozorovat. [15]

3.11. Prohlídka vedení vvn

Prohlídka vedení se prováděla v Albrechticích, kde se pochůzkově kontrolovalo vedení vvn dle ŘPU. Jednalo se o vedení před rekonstrukcí.

V první řadě se kontrolovalo dodržování ochranného pásma. Ochranné pásmo je stanoveno zákonem 458/2000 Sb., §46, O podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně. V ochranném pásmu vedení by se neměly nacházet porosty zasahující do vedení a konstrukce stožáru. Následně se kontrolují vzdálenosti vodičů nad terénem, od konstrukcí a objektů. V případě, že se u vedení vvn nachází objekt, který prošel rekonstrukcí nebo se dostavuje, musí se zaznamenat do záznamu o provedení kontroly. Jako další se kontroluje stav lesních průseků a jednotlivých dřevin v ochranném pásmu. V ochranném pásmu vedení by se neměla nacházet dřevina

zasahující do vedení nebo konstrukce stožárů. V případě zásahu dřevin se provádí průřez. Dále se kontroluje prověšení nebo poškození fázových vodičů, zemnicího lana a proudových spojů. Rovněž se prohlíží stav izolátorů, tlumičů vibrací a distančních rozpěrek. Na obrázku 17 je možno vidět zničený izolátor na vedení vnn. V poslední řadě se prohlíží stav konstrukce a podpěrných bodů. U konstrukce se kontroluje stabilita, mechanické poškození a vyznačení bezpečnostními a výstražnými tabulkami.



Obrázek 19- Poškozený izolátor

3.12. *Vytyčování kabelového vedení*

Vytyčování kabelu se používá k zobrazení inženýrské sítě, v našem případě vedení elektrické energie. Většinou se jedná o vytyčování z důvodu rekonstrukce nebo opravy v ochranném pásmu. K zaměření se používá přístroj RD4000 od firmy Radeton, který pracuje na principu elektromagnetické indukce. Při malém proudovém zatížení ve vodiči je potřeba použít generátor. K zaměření lze využít tři metod.

První metoda je pouze pomocí přijímače RD4000, který se nastaví na frekvenci 50 Hz. Tato frekvence odpovídá frekvenci, která je v síti. Při dostatečném proudovém zatížení jde bezpečně určit trasu kabelového vedení.

Druhá metoda se provádí pomocí zdroje RD4000T10. K přesnějšímu zaměření je potřeba uzemnit oba konce dohledávaného kabelu. Zdroj vysílá impulzy o velikosti 8,19 kHz, 32,8 kHz nebo 65,5 kHz. Stejná hodnota se musí nastavit na přijímači. Touto metodou lze určit orientační hloubku, ve které je kabelové vedení v daném místě uloženo.

Třetí metoda se provádí pomocí napěťových svorek. Nevýhodou tohoto měření je, že generátor posílá impulzy pouze do jedné fáze z kabelového svazku.

Zaměřování probíhalo v oblasti Ostrava Poruba- Galerie, a to z důvodu rekonstrukce chodníku. K zaměření byly k dispozici mapy kabelového vedení pro určení správné polohy. V místě bylo dostatečné proudové zatížení, takže se použila první metoda pro vytyčování. Na snímači RD4000 se nastavila frekvence 50 Hz. Pomocí signalizačních šipek a zvuků přístroje se snadno dohledávalo kabelové vedení, které se bodově pomocí barevného spreje zaznačilo přímo v terénu.

3.13. *Řád preventivní údržby trafostanice*

V případě řádu preventivní údržby trafostanice hovoříme o prohlídce a kontrolním měření, při kterém se kontroluje stav trafostanice. Každá oprava nebo porucha se musí zapsat do záznamu o provedení kontroly.

ŘPU se prováděla na trafostanici v Ostravě na ulici Politických vězňů. Jedná se o trafostanici 22 kV /400 V. Kvůli bezpečnosti na pracovišti se muselo u trafostanice provést zajištění pracoviště. V rámci ŘPU se celá trafostanice očistila od prachu a pavučin. Dále jsme kontrolovali stav a dotažení proudových spojů, utěsnění kabelů a následně označení transformátoru se zkontrolovalo se záznamem o provedení kontroly. V rámci ŘPU se provádí měření odporu uzemnění pracovního středu transformátoru a měření celkového odporu uzemnění.

3.14. *Měření impedanční smyčky vedení*

Impedanční smyčka musí být malá, aby při svodu na kostru protekl proud schopný odpojit předřazený jistič. Velikost impedanční smyčky je popsána v normě PNE 33 0000-1, páte vydání.

Jsou různé způsoby, jak lze určit velikost impedanční smyčky. Impedanční smyčku lze vypočítat pomocí úbytku napětí. Při této metodě se naměří napětí bez zátěže U . Poté se připojí zatěžovací odpor a změří se napětí U_R a proud I_R . Výsledná impedanční smyčka Z_m se vypočítá dle vzorce uvedeného pod textem. [16]

$$Z_m = \frac{U - U_R}{I_R}$$

V rámci druhé metody se měří impedanční smyčka pomocí přístroje určeného na její měření. K měření jsme použili měřicí zařízení od výrobce Sonel typ MZC-304, který měří úbytek napětí a velikost impedanční smyčky. Před měřením je třeba zkontrolovat jmenovitý proud pojistky, dle které se poté určuje mezní velikost impedanční smyčky. Pojistka se nachází v rozpojovací skříni, jež odbočkami přivádí elektrickou energii do HDS jednotlivých domů. Měřicí svorka napětí se připojí před pojistku nacházející se v HDS a druhá svorka se připojí na uzemnění. Přístroj na displeji zobrazí velikost impedanční smyčky. Její velikost by se měla v každé fázi rovnat. Pro naše měření byla velikost pojistky 200A a maximální velikost impedanční smyčky 0,20 Ω . [14]

4. Závěr

Tématem mé bakalářské práce bylo Absolvování individuální odborné praxe, konkrétně pak ve společnosti ČEZ Distribuce, a.s. Cílem mé bakalářské práce bylo popsat prostřednictvím pozorování pracovní postupy a činnosti, jež jsou součástí provozu distribuční soustavy. Dovolím si tvrdit, že cíl práce byl naplněn.

Popis odborné praxe a pracovních postupů a činností, jež jsou součástí provozu distribuční soustavy, jsem si zvolil namísto teoretické či výzkumné bakalářské práce záměrně, jelikož jsem očekával, že díky němu dojde k prohloubení mých praktických a odborných znalostí, což se také stalo. Zvolené téma primárně poutá svou aktuálností a věcností, práce tak může sloužit jako inspirace po odbornou veřejnost a studenty, které v budoucnu zaujme obdobný námět.

Bakalářská práce je rozdělena do dvou klíčových kapitol. V první kapitole se věnuji popisem činnosti prováděných na oddělení Elektrických stanic Lískovec, které se zabývaly ve většině případů prací nebo manipulacemi na zařízeních rozvodů. V druhé kapitole popisuji činnosti prováděné na oddělení Elektrické sítě Ostrava, které se dále dělily na diagnostiku a poruchy.

Závěrem mé práce zhodnotím znalosti v průběhu studia a uplatnění v průběhu odborné praxe, scházející znalosti v průběhu odborné praxe a dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení.

4.1. Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe

V průběhu mé individuální odborné praxe jsem využil a upevnil své znalosti v oblasti energetiky, které jsem nabyl během vysokoškolského studia. Jedním z přínosných předmětů, jež jsem využil během absolvování odborné praxe, byl Elektrické přístroje. Tento předmět mi byl přínosem hlavně v oblasti funkčnosti vypínačů. Na diagnostickém oddělení byla výhodou účast na předmětu Diagnostika na elektrických zařízeních, který mi pomohl pochopit problematiku měření prováděných v průběhu odborné praxe.

4.2. Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe:

Při absolvování individuální odborné praxe jsem v jistých případech narazil na teoretickou neznalost a zvláště pak na praktickou. V průběhu prací mi byly chybějící informace doplněny, prostřednictvím zaměstnanců ČEZ distribuce. Většinou se jednalo o informace, které jsou interního charakteru nebo specifické pro daný typ elektrického zařízení. Scházející praktické znalosti se dají, dle mého vlastního názoru, načerpat pouze vykonáváním pracovních postupů v praxi.

4.3. Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení

Odbornou praxi ve společnosti ČEZ distribuce a.s. hodnotím velice kladně. Z teoretického hlediska mi odborná praxe pomohla hlouběji pochopit problematiku distribučních soustav a zvláště v oblasti rozvodu elektrické energie. Jsem přesvědčen, že praktická forma bakalářské práce mi pomůže k pochopení nastávajícího učiva v navazujícím studiu.

Seznam použité literatury:

TKOTZ, Klaus. *Příručka pro elektrotechnika*. Praha: Europa-Sobotáles, 2002. ISBN 80-867-0600-1. [14]

Seznam použitých webových stránek:

Zákony pro lidi [online]. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1978-50> [1]
Příkaz B. *BOZPPROFI* [online]. 13.3.2013 [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: https://www.bozpprofi.cz/33/prikaz-b-uniqueidgOkE4NvrWuOKaQDKuox_Z5kB9gESz9GBJyFACj915Bk/ [2]
Práce bez napětí. *Elektroprůmysl* [online]. 14.12.2015 [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <http://www.elektroprumysl.cz/legislativa/pracovni-postupy-u-prace-bez-napeti> [3]
MOM690. *TMVSS* [online]. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <https://www.tmvss.cz/vyrobci/programma-megger/mom-690> [4]
Záložní baterie Sunlight AGM. *Nabizi* [online]. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: http://battery.nabizi.cz/zalozni-baterie-akumulator-vrla-sunlight-agm-12v-200ah-spb-12-200_p71297/ [5]
O společnosti. *ČEZ distribuce* [online]. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <http://www.cezdistribuce.cz/cs/informace-o-spolecnosti/zakladni-informace.html> [6]
KF Titrando. *Metroohm* [online]. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <https://www.metrohm.com/cs-cz/produkty/karl-fischer-titrace/kf-titrando/> [7]
DBDS. *Eldiag* [online]. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <http://www.eldiag.cz/cz/texty/dbds-pridavany-do-oleju-jako-inhibitor-a-korozivni-pusobeni-na-med> [8]
O coulometrickém stanovení vody. *Diram s.r.o.* [online]. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <http://www.diram.cz/cs/elektrochemie/coulometrie/> [9]
Termovizní kamera FLIR P660. *TERMOGRAM* [online]. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <http://www.termogram.cz/termovizni-kamera-flir-p660> [10]
Průvodce termografií. *Testo* [online]. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <http://termokamera.com/prirucka-termografie/> [11]
BA80 analyzátor olejů. *EN centrum* [online]. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <https://www.encentrum.cz/produkty/energetika-elektrotechnika-elektrostatika/b2-high-voltage-/ba80-analyzator-oleju/> [12]
ČSN EN 50160. *ČSN Online* [online]. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: http://csnonlinefirmy.unmz.cz/html_nahledy/33/58471/58471_nahled.htm [13]
<http://www.e-mega.cz/meg-40> [15]
Princip a měření impedance poruchové smyčky: Leoš Koupý. *Profi elektrika* [online]. 14.6.2012 [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <https://elektrika.cz/data/clanky/princip-a-mereni-impedance-poruchove-smycky> [16]
Loga ke stažení. *ČEZ Distribuce* [online]. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <http://www.cezdistribuce.cz/cs/pro-media/loga.html> [17]

Seznam příloh

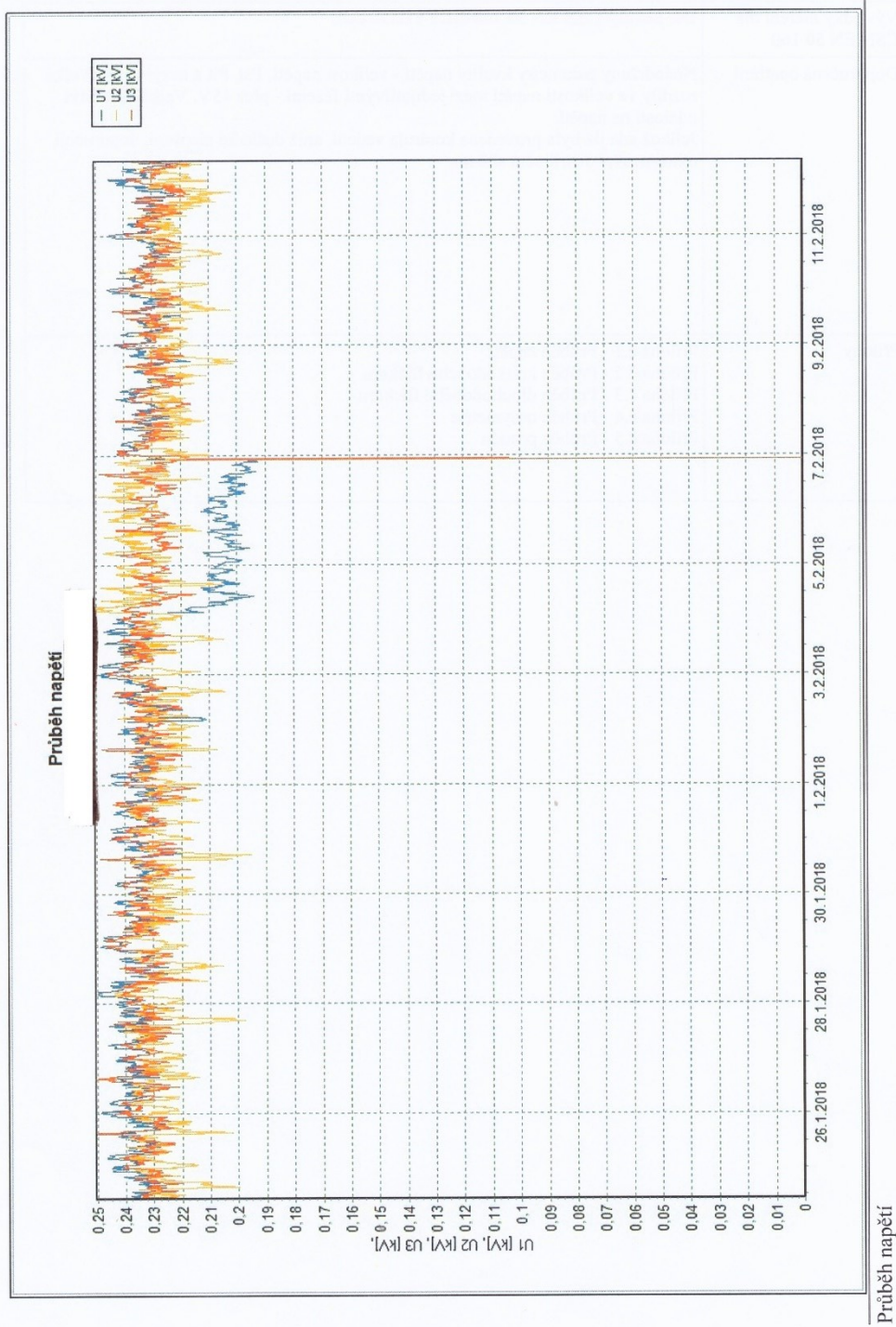
Příloha 1- Měření napětí

Příloha 2- Měření dlouhodobého flickeru P_{lt}

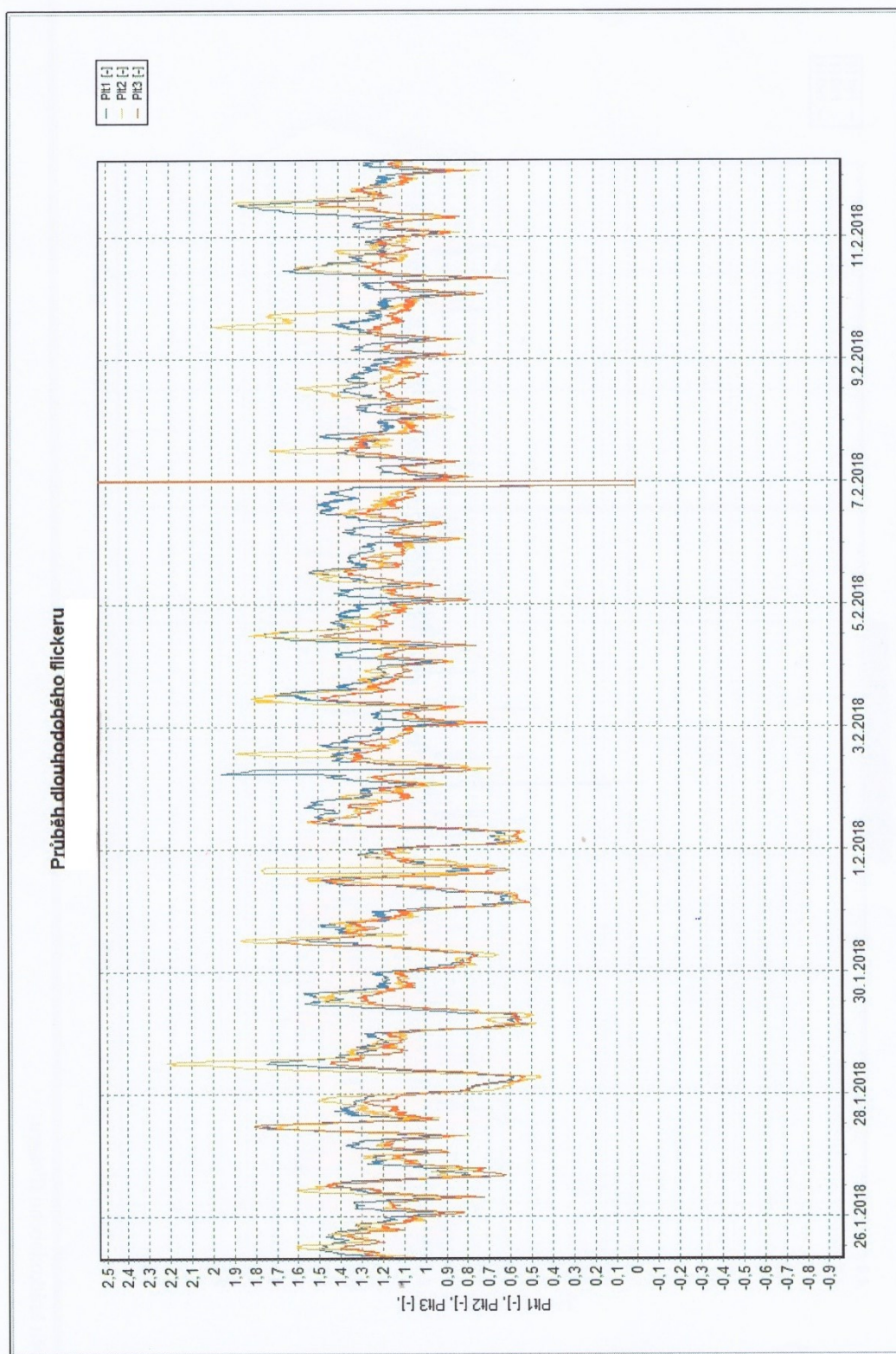
Příloha 3- Měření krátkodobého flickeru P_{st}

Příloha 4- Měření proudu

Příloha 1

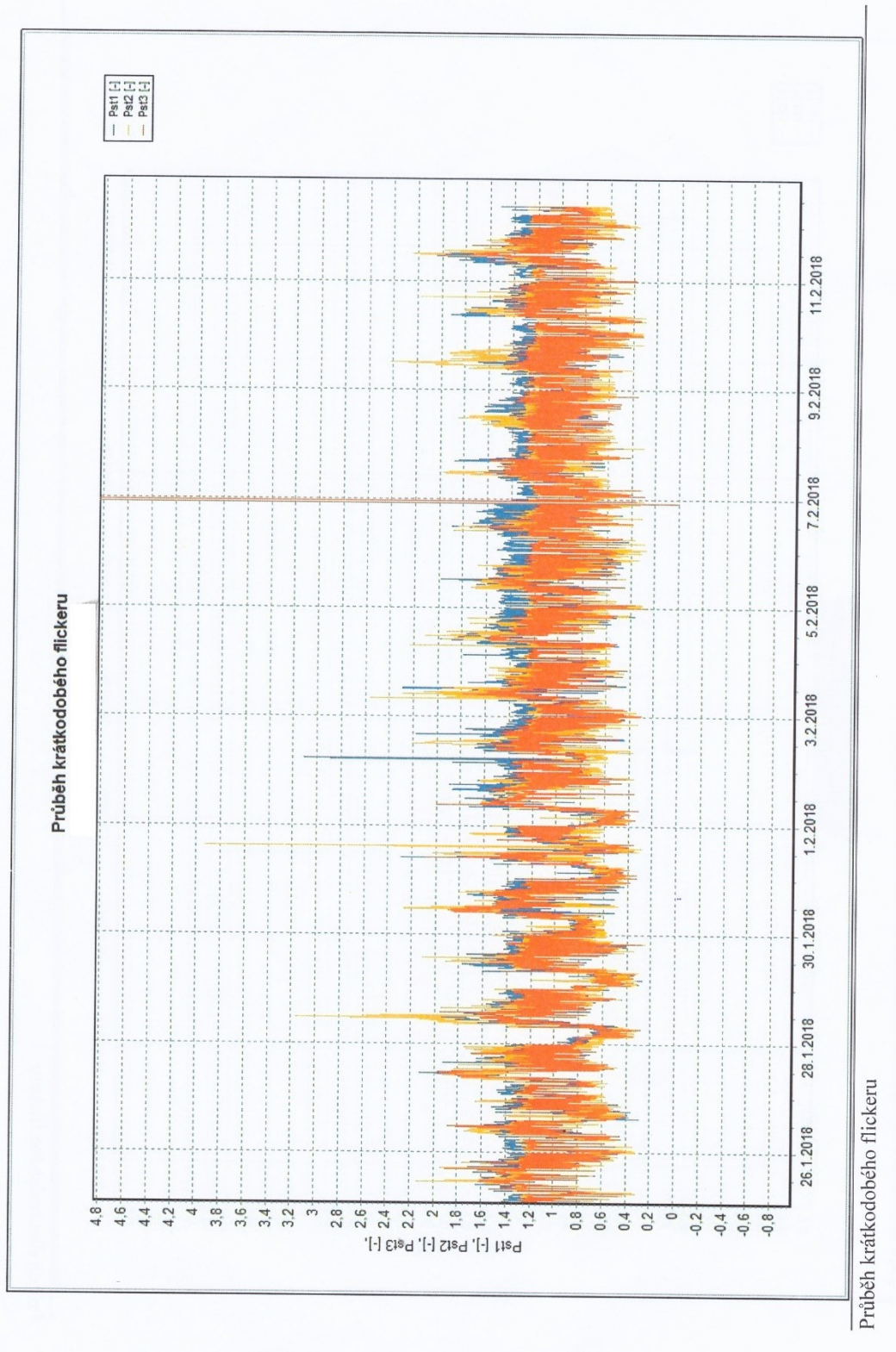


Příloha 2



Průběh dlouhodobého flickeru

Příloha 3



Příloha 4

